Nr. 6. Warszawa, 25 czerwca 1929 r. Rok VII

TECHNIKA CIEPLNA

Czasopismo Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie.
Oficjalny Organ Polskiego Komitetu Normalizacyjnego dla Spraw Kotłowych.

Redaktor: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.
Wydawca: **Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.**
REDAKCJA i ADMINISTRACJA: Warszawa, Chmielna 2, m. 6. Tel. 275-45.
GODZINY BIUROWE: Redakcji—piątki, od 18 do 20, Administracji—codziennie, od 10 do 15.

K. RADŹWICKI, inż.

GOSPODARKA CIEPLNA W HUTNICTWIE.

(por. *Technika Cieplna*, 1929, str. 93).

Kotłownia i jej prowadzenie podług wymagań nowoczesnej gospodarki cieplnej.

Palenisko kotła parowego, jak zresztą i każde inne, powinno być opalane paliwem, odpowiadającem jego konstrukcji. Sprawność paleniska należy stale kontrolować w celu najekonomiczniejszego wyzyskania ciepła wywiązanego przy spalaniu. Kompletne spalanie się węgla następuje podług wzoru (w obecności czystego tlenu):

$$C + O_2 = CO_2.$$

Jednakże w warunkach normalnych spalania się węgla na powietrzu ($O_2 + 4\,N_2$) wzór ten wygląda

$$C + (O_2 + 4\,N_2) = CO_2 + 4\,N_2$$

przy czem w spalinach objętościowo znajdować się powinno 20% CO_2 i 80% N_2 (teoretycznie). Praktycznie jednakże okazuje się, że teoretycznej ilości powietrza dla kompletnego spalania się paliwa nie wystarcza i w zależności od gatunku i rodzaju paliwa oraz własności paleniska pewien jego nadmiar jest niezbędny. Najważniejszym regulatorem paleniska jest ciąg kominowy, który wywiera wpływ pośredni na wielkość nadmiaru powietrza, gdyż zwiększając lub zmniejszając wielkość ciągu łatwo możemy regulować dopływ powietrza do paleniska i prędkość przepływu gazów spalinowych, a przez to wpływamy również na pracę kotła. Najważniejszym zaś czynnikiem charakteryzującym odpowiedni lub nieodpowiedni ciąg jest skład i temperatura spalin przy zasuwie kominowej. Jeżeli, mianowicie, ciąg będzie za mały, również niedostateczny będzie dopływ powietrza do paleniska, spalanie odbywać się będzie niekompletnie, prędkość przepływu gazów spalinowych obniży się, obniży się również temperatura spalin przy zasuwie kominowej i zawartość CO_2 w składzie spalin, natomiast wzrośnie zawartość CO. Jeżeli ciąg jest nadmiernie duży, wzrasta nadmiar powietrza w palenisku, prędkość przepływu gazów spalinowych, temperatura przy zasuwie kominowej i zawartość CO w składzie spalin, natomiast obniżają się temperatura w palenisku i zawartość CO_2 w spalinach. Jak z powyższego wynika, nieodpowiedni ciąg ujemnie wpływa na skład spalin, należy więc go tak wyregulować, aby przy możliwie niskiej temperaturze spalin przy zasuwie kominowej, w składzie spalin otrzymać jak najmniej CO i możliwie najwięcej CO_2. W celu przeprowadzenia tego niezbędne jest posiadanie automatycznych zapisujących analizatorów, które umożliwiają w każdej chwili obserwację skutków regulacji ciągu.

Wobec tego, że naturalny ciąg kominowy może być regulowany tylko w stosunkowo wąskich granicach, w celu rozszerzenia tych granic oraz umożliwienia większego obciążenia kotłów znajduje zastosowanie sztuczny ciąg kominowy. Przy zwiększeniu jednak ciągu kominowego, jak

podano wyżej, wzrasta temperatura spalin przy zasuwie, otóż w celu obniżenia powstających przy tem strat, stosuje się zazwyczaj wyzyskanie ciepła spalin w podgrzewaczach powietrza lub wody.

Z pomiędzy innych czynników, wywierających uboczny lecz znaczny wpływ na sprawność kotła, należy wymienić straty przez przewodnictwo i promieniowanie. W celu możliwego obniżenia tych strat należy:

1. Przeprowadzać co pewien okres czasu, zależnie od stopnia zanieczyszczenia wody zasilającej, czyszczenie kotłów od wewnątrz z osadu kotłowego, gdyż osad, będąc dobrym izolatorem, przeszkadza należytemu przenikaniu ciepła do kotła.

2. Czyścić okresowo powierzchnię ogrzewalną kotła, w szczególności opłomki z sadzy i popiołu, przez przedmuchiwanie parą; specjalne znaczenie ma ten zabieg dla kotłow, opalanych zanieczyszczonym gazem wielkopiecowym lub miałem węglowym.

3. Izolować ścianki paleniska zapomocą specjalnych cegieł izolacyjnych (termalit), umieszczając je pomiędzy cegłami ogniotrwałemi, a zwykłemi.

4. Izolować wszystkie zewnętrzne żelazne części kotła oraz rurociągi parowe.

Dla ilustracji wielkości strat przez nieizolowane rurociągi parowe służy podana niżej tabela.

Roczne straty węgla (*1 kg = 7000 ciepł*) przez nieizolowany rurociąg; t^0 pary = 190° C, ciśnienie = 12 *atn.*

Średnica rurociągu	z 1 m. b. rurociągu *tn*	z 1 pary kryz *tn*	z 1 trójnika *tn*	z 1 wentyla *tn*
100 *mm*	1,7	1,15	3,2	3,0
300 *mm*	3,4	2,4	7,7	6,6
400 *mm*	5,0	3,6	12,95	11,25
200 *mm*	6,6	5,5	21,0	17,7

5. Unikać przerywanego biegu ktłów, t. j. pracy na jedną lub 2 zmiany na dobę, gdyż podczas postoju kocioł stygnie i traci dużo ciepła, które następnie przy rozpaleniu kotła musi być ponownie wytworzone, kosztem zwiększonego rozchodu paliwa.

Badania i bilans cieplny kotła parowego.

W celu kontroli sprawności kotła należy prowadzić stałe badania i rejestrację następujących czynników:

1. Wytwarzanie pary na 1 *kg* paliwa, względnie odparowanie na 1 m^2 pow. ogrz.
2. Obciążenie rusztu na 1 m^2 na godzinę.
3. Straty kominowe (CO_2, CO i temperatura spalin).
4. Wyzyskanie ciepła (sprawność kotła).

Bilans cieplny.

Przychód.

1. Ciepło doprowadzone w postaci paliwa.
2. „ „ z wodą zasilającą.
3. „ „ z ogrzanem powietrzem.

Rozchód.

4. Ciepło zawarte w parze.
5. Straty kominowe.
6. „ w popielniku.
7. „ na przewodnictwo i promieniowanie.
8. Wyzyskane ciepło spalin.

$$\text{Sprawność } \eta = \frac{\text{Ciepło zawarte w parze} + \text{wyzyskane ciepło spalin}}{\text{Ciepło doprowadzone w postaci paliwa}}$$

Dzięki nowoczesnym przyrządom pomiarowym, umożliwiającym jaknajekonomiczniejsze wyzyskanie paliwa, sprawność kotłów parowych została obecnie doprowadzona do prawie granicznej wysokości *85—87%*.

Oprócz wyżej wymienionych badań stałych, należy co pewien okres czasu, np. przy sposobności wypróbowania nowego gatunku paliwa przeprowadzać całkowite badania podług podanego poniżej formularza (przy zestawieniu którego wzorowałem się na przepisach niemieckiego stowarzyszenia dozoru kotłów oraz na formularzu podanym na pierwszym kursie inżynierów gospodarki cieplnej we Lwowie w 1922 r.).

W celu łatwiejszego obliczania nadmiaru powietrza, nie korzystając ze ścisłych i rozwlekłych wzorów, co dla celów praktycznych badań nie jest konieczne, podaję poniżej tabelę zależności pomiędzy zawartością CO_2 w spalinach, szkodliwym nadmiarem powietrza oraz stratami kominowemi (które jednak należy sprawdzić p/g wzoru Siegerta).

% CO_2 w spalinach	Szkodliwy nadmiar powietrza	Straty kominowe przy t=300 °C w kominie
4	3,4	45%
5	2,5	36%
6	1,9	30%
7	1,4	26%
8	1,1	23%
9	0,8	20%
10	0,5	18%
11	0,4	16%
12	0,3	15%
13	0,2	14%
14	0,1	13%
15	0.0	12%

Formularz badania kotła parowego.

Kocioł: 1. Typ . . . .
2. Powierzchnia ogrzewalna kotła m^2 . . . .
3. „ „ przegrzewacza m^2 . . . .
4. Całkowita *p. o.* kotła H = ... m^2
5. Ciśnienie robocze p = ... *atn*
6. Typ rusztu . . . .
7. Powierzchnia rusztu R = ... m^2
8. Stosunek $H : R$ = ...

Węgiel: 1. Gatunek (wielkość) . . . .
2. Pochodzenie . . . .
3. Wartość opałowa dolna W = ... *ciepł/kg*
4. „ „ podana przez kopalnię . . . *ciepł/kg* (przy wilgoci . . . . %)
5. Analiza . . . .

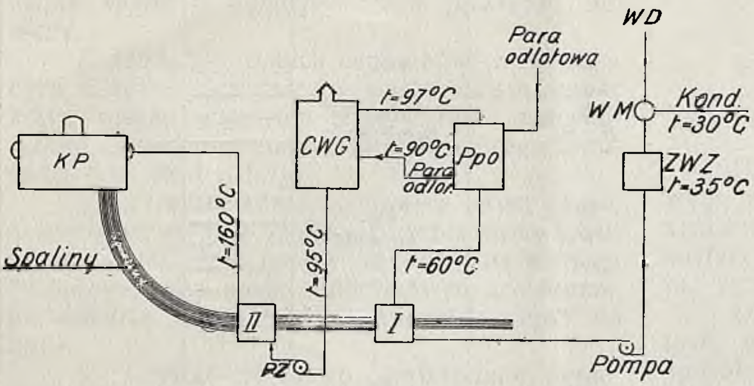
Właściwy pomiar	Znakowanie	Wymiar	Wynik pomiaru	Uwagi
Pomiar kotłowy:				
1. Czas trwania pomiaru	—	*minut*		
2. Zużycie węgla za czas pomiaru	—	*kg*		
3. Zużycie węgla na 1 godz.	*B.*	*kg/godz.*		
4. Obciążenie rusztu	*B : R*	*kg/m²/godz.*		
Odpadki:				
1. Popiół + żużel za czas pomiaru	—	*kg*		
2. „ „ na 1 godz.	*P*	*kg/godz.*		
3. „ „ „	—	%		
4. Zawartość w odpadkach części palnych . .	—	*kg/godz.*		
5. „ „ „ „ . .	—	%		
Woda zasilająca:				
1. Odparowano ogółem za czas pomiaru . .	—	*kg*		
2. „ na 1 godz.	*D*	*kg/godz.*		
3. „ z 1 m^2 *p.o.* na godzinę . . .	*D : H*	*kg/m²/godz.*		
4. „ na 1 kg spalonego węgla . .	*D : B.*	*kg/godz./kg*		
5. Temper. wody zasilającej przed ekonomizerem	t_z	^0C		
6. „ „ „ za „ .	t_e	^0C		
Para:				
1. Ciśnienie manometryczne	—	*atn*		
2. Temperatura za przegrzewaczem	t_p	^0C		
3. Ciepło zawarte w 1 kg. pary przegrzanej .	i_p	*ciepł.*		
4. Ciepło całkowite doprowadzone w kotle na 1 kg. pary	$i_p - t_z$	„		
Gazy spalinowe:				
1. Temperatura przed zasuwą	t_G	^0C		
2. Zawartość w spalinach CO^2	CO_2	%		
3. „ „ CO	CO	%		
4. „ „ D^2	0_2	%		
5. Nadmiar powietrza	*L*	—		
6. Straty kominowe (Siegert)	S_k	%		
Bilans ciepła:				
1. Z 1 kg węgla wyzyskano ciepła w kotle	$Q_1 = \left[\frac{D}{B}(i_p - t_z)\right]$	*ciepł.*		
2. „ „ „ „ w ekon.	$Q_2 = \left[\frac{D}{B}(t_e - t_z)\right]$	„		
3. Całkowita sprawność kotła . . . . $\eta =$	$(Q_1 + Q_2) : W$	%		
4. Straty na promieniowanie i t. d	$100 - \eta - S_k$	%		
Ciąg kominowy w mm sł. wody:				
1. Za kotłem	h_1	*mm*		
2. Przed ekonomizerem	h_2	„		
3. Za „	h_3	„		
4. Ciąg pod rusztem	h_4	„		
5. „ nad „	h_5	„		
6. Opór rusztu	$h_4 - h_5$	„		

Jak wynika z powyższej tabeli duży wpływ na wielkość strat kominowych wywiera zawartość w spalinach bezwodnika kwasu węglowego (CO_2). Obecnie przy pomocy automatycznych analizatorów i regulacji ciągu można osiągnąć odpowiednio wysoką zawartość CO_2 w spalinach, jednak z drugiej strony, dążenie do podniesienia wydajności kotła do 40—60 i więcej *kg* pary z 1 m^2 p. o. zmusza do stosowania sztucznego ciągu w celu podniesienia prędkości przepływu gazów spalinowych przez przestrzeń roboczą, przez co wzrasta wprawdzie wydajność kotła, jednak wzrasta też i temperatura spalin przy zasuwie a więc i straty kominowe. W celu możliwego obniżenia tych strat, stosuje się obecnie wyzyskanie ciepła spalin nie tylko w ekonomizerach lecz również w ogrzewaczach powietrza ustawionych bezpośrednio za ekonomizerami, przez co osiąga się nawet przy sztucznym ciągu i przy znacznem przeciążeniu kotła końcową temperaturę spalin przy zasuwie, nie wyższą 220—250° C.

Poniżej podaję wynik badania różnych typów ogrzewaczy powietrza i wody przeprowadzonych w Filadelfji, przez Philadelphia Electric Co (Mechanical Engineering" 1926).

1. Przy porównaniu różnych typów ogrzewaczy powietrza najlepsze wyniki dały ogrzewacze rurowe „Ljungströma" (Ljungström-Dampfturbinen-Gesellschaft Stockholm)

2. Najkorzystniejsze jest ustawienie podgrzewacza wody i powietrza.



Rys. 4. Schemat racjonalnego podgrzewania wody zasilającej:
K. P. — Kocioł parowy
C. W. G. — Cieplarka wody gorącej
P. p. o. — Podgrzewacz parą odlotową
I — Podgrzewacz 1-go stopnia
II — „ 2-go „
W. M. — Wodomierz
P. Z. — Pompa zasilająca
W. D. — Woda dodatkowa
Kond. — Kondensator
Z. W. Z. — Zbiornik wody zasilającej

3. Sam podgrzewacz powietrza podnosi sprawność kotła o 5—8%.

4. Zastosowanie podgrzewania powietrza podnosi zawartość CO_2 w opalinach z 11 — 12% do 14%.

W ostatnich jednak czasach zaczęto stosować z bardzo dobrym skutkiem podgrzewanie wody parą odlotową turbin parowych. Otóż w tych wypadkach, gdy mamy do dyspozycji parę odlotową turbin, wobec znacznej korzyści tego sposobu należy zaniechać podgrzewania wody spalinami i poprzestać na podgrzewaniu niemi jedynie powietrza.

Maszyny siłowni.

Jak już w początku niniejszego rozdziału nadmieniłem, postępy w gospodarce parowej szczególnie zaś wyzyskanie ciepła pary odlotowej turbin do stopniowego podgrzewania wody zasilającej, przez co znacznie wzrosła ogólna sprawność gospodarki parowej, wpłynęły rozstrzygająco na wybór rodzaju silnika, dając pierszeństwo turbinie parowej.

Poniżej podaję kilka schematów (rys. 4—7) możliwych rozwiązań wyzyskania ciepła odpadkowego.

Oprócz podanych powyżej możliwości wyzyskania pary odlotowej istnieje jeszcze jedna, mianowicie regeneracja pary odlotowej przez ponowne przegrzanie oraz sprężenie chociażby nie do prężności pierwotnej, lecz przynajmniej do takiej, która daje możność ponownego użycia tej pary.

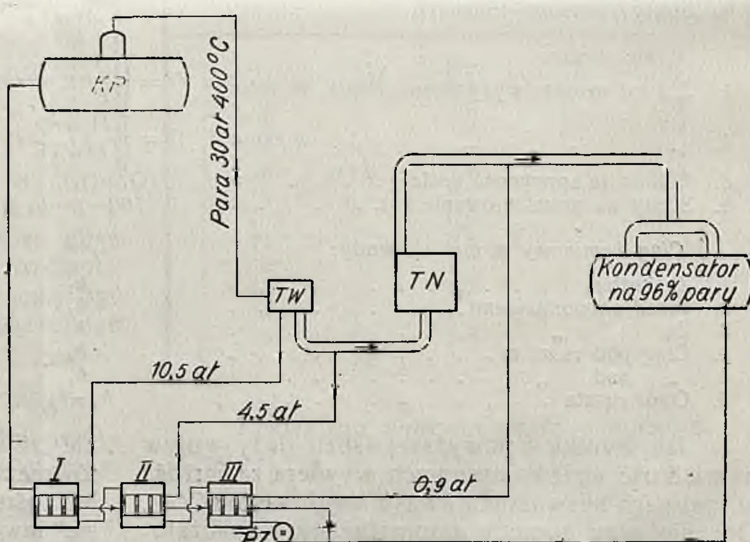
Zasada regeneracji pary oraz możliwość praktycznego rozwiązania podaną jest na rys, 8 (R. Orel, Archiw für Wärmewirtschaft 1927).

Na rysunku tym oznaczone:

p — ciś. pary w *atn.*
t — temperatura w °C
i — zawartość ciepła w ciepłostkach
q — „ „ „ „ w kondensacie
Q — ilość pary w *kg/sek.*

Z powyższego schematu widać, że jeżeli tylko pewną część pary odlotowej turbiny skierować do kondensacji, resztę zaś przegrzać w przegrzewaczu i zmieszać z pewną ilością pary świeżej o ciśnieniu $p_5 > p_1$, to w rezultacie otrzymać można parę o temperaturze i ciśnieniu potrzebnych dla turbiny. W ten sposób większość strat kondensacji będzie pokrytą i sprawność instalacji znacznie wzrośnie.

W celu praktycznego rozwiązania doprowadzenia i zmieszania pary o niższem ciśnieniu do zbiornika pary o wyższem ciśnieniu można zastosować t. zw. „sprzężacz" pary (Strahlverdichter) o działaniu podobnem



Rys. 5. Schemat stopniowego podgrzewania pary:
K. P. — Kocioł wysokoprężny
T. W. — Turbina wysokoprężna
T. N. — „ niskoprężna
I II III — Stopniowane podgrzewacze wody
P. Z. — Pompa zasilająca

do działania inżektora, lecz o stosunkowo niskim stopniu sprężenia, albo turbokompresor o znacznym stopniu sprzężenia.

„Sprzężacze“ pary wyrabia pom. innemi firma „Lurgi-Gesellschaft, Frankfurt a/M.

Turbokompresory—Kühnle, Kopp und Rausch Frankenthal (Pfalz).

Praktycznych wyników stosowania tej metody regeneracji pary w literaturze narazie brak.

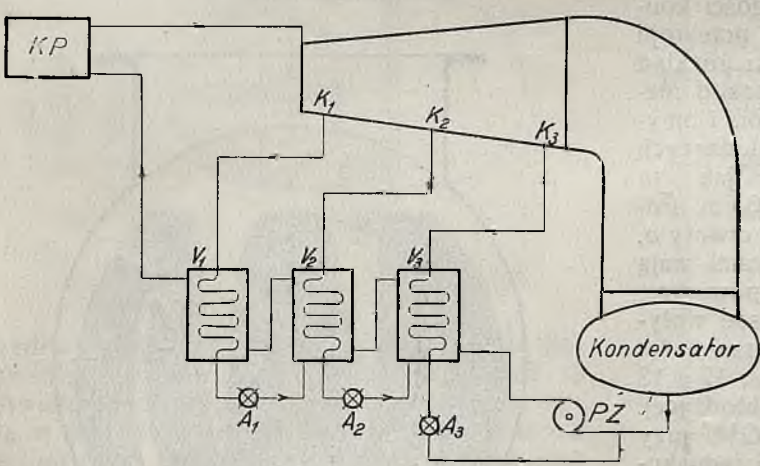
Rozdział VII. Przyrządy pomiarowe.

Z pomiędzy dużej ilości istniejących przyrządów pomiarowych różnych typów i konstrukcyj wymienię poniżej tylko najwięcej rozpowszechnione i najprostsze w zastosowaniu, z któremi osobiście mogłem zapoznać się w ruchu.

Jednakże bynajmniej nie wykluczam możności zastosowania każdego innego aparatu z dobrym skutkiem, gdyż o każdym wogóle aparacie można powiedzieć, że jest dobry przy odpowiedniem zażyciu.

Głównem wymaganiem, które obecnie wszystkim aparatom stawiać należy jest możliwość rejestrowania wyników pomiarów oraz przeniesienia ich na odległość w celu centralizacji badań.

Poniżej podaję zestawienie przyrządów pomiarowych dla poszczególnych oddziałów, posiadanie których uważam za konieczne dla racjonalnego i ekonomicznego postawienia gospodarki cieplnej na hucie.



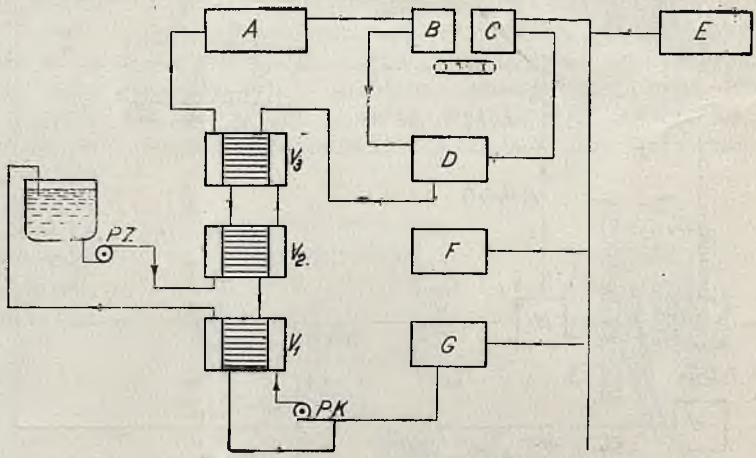
Rys. 7. Schemat stopniowego podgrzewania wody zasilającej w turbinie Brünnerowskiej

K. P. — Kocioł parowy
$A_1A_2A_3$ — Wentyle pływakowe do regulacji ciśnienia
$V_1V_2V_3$ — Trzy stopniowe podgrzewacze wody
$K_1K_2K_3$ — Trzy miejsca stopniowanego pobierania pary
P. Z. — Pompa zasilająca

Oddział wielkopiecowy.

1. Gazomierz (Hydro) dla mierzenia ilości wyprodukowanego gazu.

2. Wiatromierz (Hydro, De Bruyn) do mierzenia ilości wdmuchiwanego powietrza.



Rys. 6. Schemat wyzyskania ciepła pary odlotowej w zespole „Brünnerowskim“

A — Kocioł wysokoprężny
E — „ niskoprężny
B — Przegrzewacz wysokoprężny
C — „ nskoprężny
D — Turbina wysokoprężna
F i *G* — „ niskoprężna
V_1 — Podgrzewacz I-go stopnia
V_2 — „ II-go „
V_3 — „ III-go „
P. Z. — Pompa zasilająca
P. K. — „ kondensatora

3. Pirometry (Siemens) dla badania temperatury powietrza przed i po ogrzaniu w nagrzewnicy.

4. Manometry do badania ciśnienia powietrza i gazu.

5. Analizator („Ranarex“ *AEG* lub Duplex-Mono) dla kontroli spalania w nagrzewnicy.

6. Ciągomierz dla mierzenia prędkości przepływu spalin z nagrzewnicy.

7. Pirometr do mierzenia temperatury spalin.

Oddział Martenowski.

Zazwyczaj stałych przyrządów pomiarowych nie posiada; przeprowadzane są jedynie badania okresowe.

Walcownia.

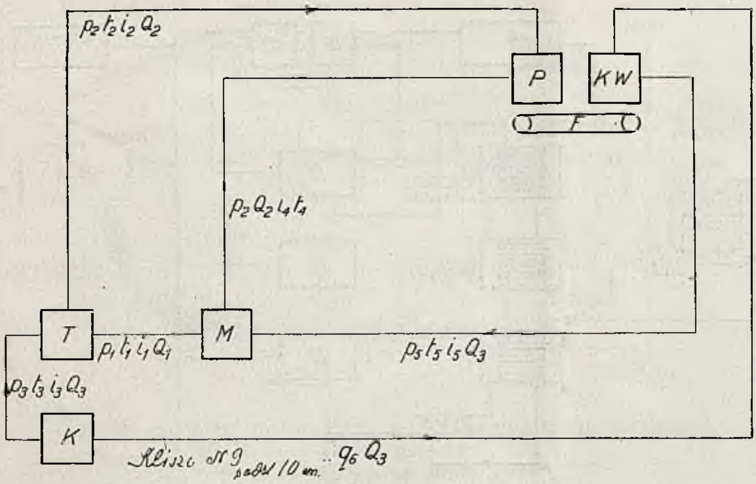
O ile posiada piece płomienne ogrzewane gazem, powinna posiadać przy każdym piecu gazomierz („Hydro“) do mierzenia rozchodu gazu.

Dla badania sprawności maszyn parowych należy posiadać indykator (Maihak).

Kotłownia.

Każdy kocioł powinien posiadać:

1. Analizator (Ranarex" *AEG*, Siemens'a lub Duplex-Mono).



Rys. 8. Schemat regeneracji pary
P. — Przegrzewacz
K. W. — Kocioł wysokoprężny
F. — Wspólne palenisko
M. — Transformator (mieszkalnik) pary
T. — Turbina
K. — Kondensator

2. Pirometr do badania temperatury spalin.
3. Paromierz (Klinkhoff-Zelenka, Gehre) dla mierzenia ilości wyprodukowanej pary.

Pozatem na kotłowni powinien być zainstalowany na przewodzie zasilającym kotły wodomierz (z kryzą spiętrzającą „Hartmann i Braun", Siemens).

Dla badań okresowych biuro gospodarki cieplnej powinno posiadać:

1. Pirometr optyczny („Pyro", „Pyropto").
2. Paromierz przenośny (Klinkhoff-Zelenka).
3. Pirometr (termoelement) Siemens'a.
4. Analizator Orsata.
5. Kalorymetr Kroeker'a.
6. Indykator Maihaka.
7. Ciągomierz różnicowy.

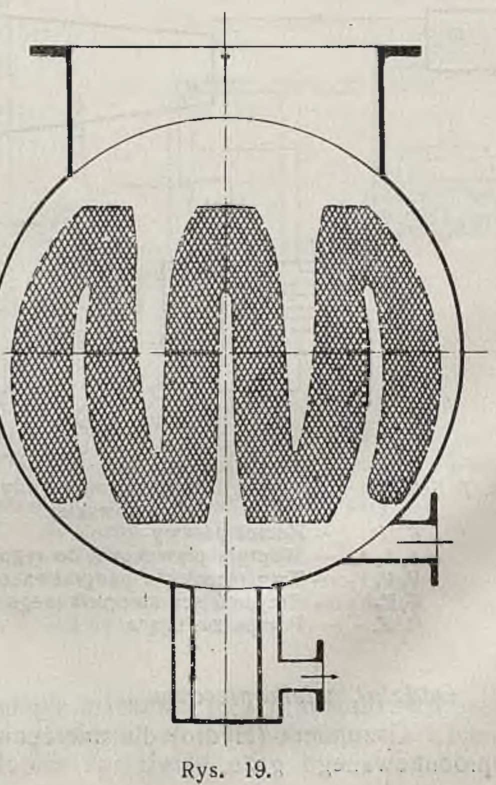
O. OGÓREK. inż.

KONDENSACJA POWIERZCHNIOWA.

Por. *Technika Cielna* 1929, str. 53.

Nazwę swoją kondensator otrzymał ze względu na specjalny rozkład rurek chłodzących w płaszczu cylindrycznym (na całej długości kondensatora powstaje wolna przestrzeń o przekroju kształtu litery V). Ze względu na taki rozkład rurek chłodzących para może bez przeszkód rozchodzić się na całej długości kondensatora i omywać poszczególne wiązki rurek chłodzących w kierunku mniejwięcej poziomym, jak to wskazano zapomocą strzałek na rys. 16-ym. Powietrze jest wysysane z obu stron przez otwory *a*. Blachy dziurkowane *b* przed temi otworami mają za zadanie osuszanie wysysanego powietrza, a odpowiedni rozdział otworków w blasze wpływa na równomierne wysysanie powietrza z danej części kondensatora. Strzałki na rys. 17 i 18 wskazują kierunek przepływu wody chłodzącej. Jak zapewnia firma, w kondensatorze *OV*, przy jednakowych wymiarach zewnętrznych i jednakowej powierzchni chłodzącej, osiągniętej przez firmę przez odpowiednią zmianę podziałki rur, wymiana ciepła odbywa się o 20—30% lepiej niż w kondensatorach dawnej budowy, a temperatura otrzymanych skroplin jest od 5°—10° wyższa. Pozatem pogorszenie wymiany ciepła przy obciążeniach niższych od normalnego jest nieznaczne.

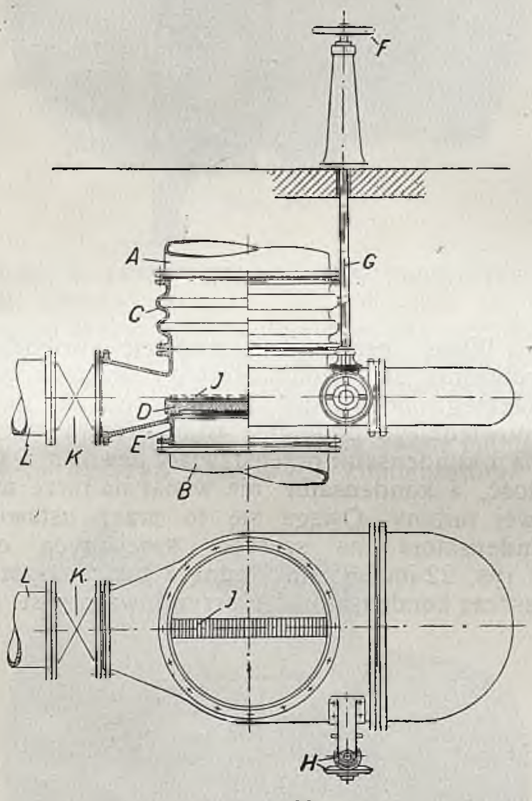
Na rys. 19-ym przedstawiony jest schematyczny przekrój kondensatora konstrukcji Zakładów Skody. Konstrukcja ta ma tę dodatnią stronę, że, uwzględniając ulepszenia, wprowadzone w kondensatorze *OV* Brown-Boveri'ego, umożliwia sto-



Rys. 19.

sowanie bardzo dużych powierzchni chłodzących, tak że dla turbin dużej mocy do 30000 *kW*, a nawet i wyżej, wystarczy jeden kondensator, gdy zwykle już należy stosować dwa obok siebie ułożone. W dolnej części tego kondensatora znajduje się garnek zbiorczy dla skroplin oraz sitko (wyjmowana rura dziurkowana), mająca na celu zatrzymywanie ciał obcych, np. kawałki drzewa, wełny do czyszczenia i t. p., które przy otwieraniu turbiny mogą się łatwo dostać do przestrzeni parowej kondensatora. a później być przyczyną zatykania się pompy, odprowadzającej skropliny.

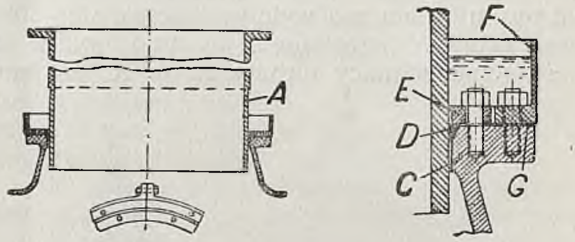
Bardzo ważną kwestją w urządzeniach kondensacyjnych jest należyte połączenie kondensatora z turbiną. Wspomniane połączenie musi być



Rys. 20.

przedewszystkiem szczelne, aby zapobiegało dostawaniu się powietrza do turbiny i przez to ułatwiało pracę urządzeniu, usuwającemu powietrze w przetrzeni parowej kondensatora; pozatem nie powinno ono przeszkadzać swobodnemu wydłużaniu się kadłuba turbiny, gdy unieruchomienie tego ostatniego w płycie fundamentowej nie znajduje się na osi rury wylotowej i kadłub wraz z rurą wylotową przesuwa się z powodu wydłużania się pod wpływem temperatury pary.

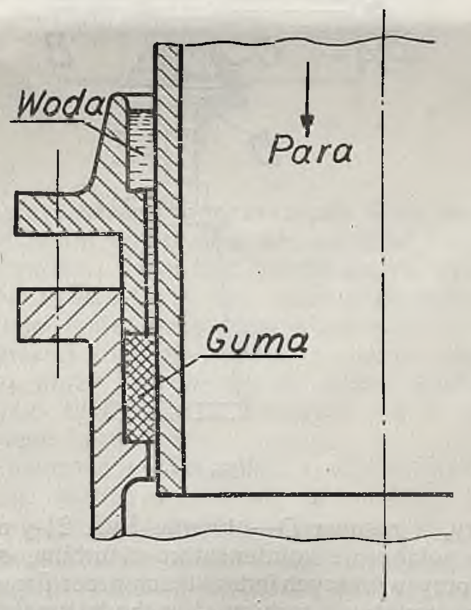
Kondensatory mniejsze łączy się z rurą wylotową turbiny w sposób zwykły zapomocą kołnierzy i śrub, przyczem płaszczyzny przylegające kołnierzy (rury wylotowej turbiny i króćca wlotowego dla pary do kondensatora) powinny być dotarte, śruby zaś dość blisko siebie położone (120—150 *mm*), aby należycie uszczelniały. Dla lepszego zapewnienia szczelności połączenia używane są różne substancje (np. minja, podgrzany pokost i t.p.), któremi powleka się przy montażu wspomniane płaszczyzny przylegające kołnierzy. W tymże celu używa się również specjalnych, przepojonych grafitem, sznurów-plecionek. Po ułożeniu tych sznurów wężykowato między śrubami na kołnierzu króćca kondensatora i po silnum



Rys. 21.

dociągnięciu kołnierzy zapomocą śrub otrzymeje się bardzo szczelne połączenie, nie wymagające przytem dość kosztownego docierania płaszczyzn przylegających kołnierzy.

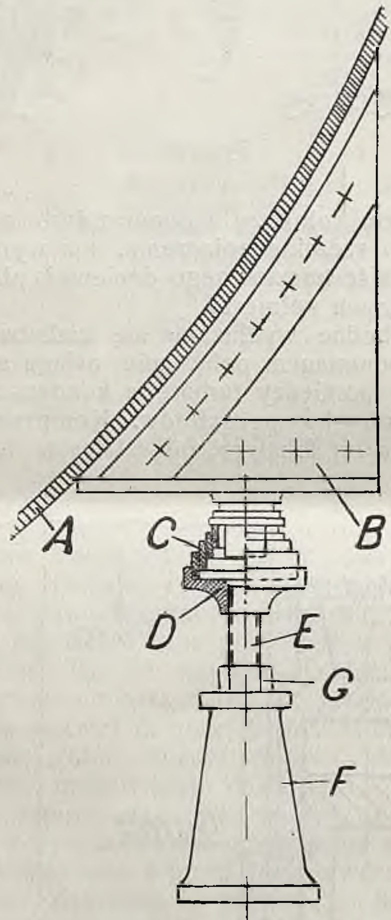
Swobodne wydłużanie się kadłuba turbiny przy wspomnianem połączeniu osiąga się przez włączenie pomiędzy turbinę a kondensator specjalnych rur—kompensatorów. Kompensatory te o kształcie rur falistych, odkształcając się, przyj-



Rys. 21a.

mują na siebie naprężenia, powstające wskutek przesuwu kadłuba turbiny, i zabezpieczają tym sposobem szczelność połączenia kondensatora z turbiną. Połączenia kompensatora z turbiną i kondensatorem muszą być również należycie uszczelnione. Na rys. 20-ym widzimy wyżej opisane połączenie: *A*—przedstawia rurę wylotową turbiny, *B*—króciec wlotowy kondensatora i *C*—

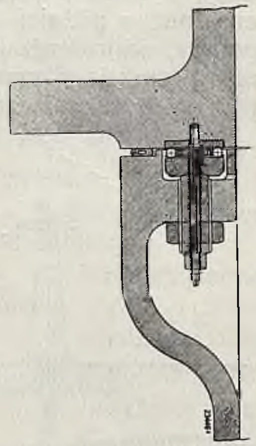
kompensator. Na tymże rysunku pokazane jest urządzenie, umożliwiające przełączanie turbiny na pracę na wydmuch. Wrazie zepsucia się kondensacji (nieszczelność rur chłodzących kondensatora, uszkodzenie pomp kondensacyjnych lub t.p.) specjalna zasuwa D, znajdująca się w kadłubie E i uruchomiona kółkiem pokrętnem F za pośrednictwem wałka G, pary stożkowych kół zębatych H, wałka i kółka zębatego (niewidocznych na rysunku) oraz zębalki I, oddziela kondensator od turbiny, para zaś wylotowa uchodzi po otwarciu zaworu K przez rurę L do atmosfery. W czasie normalnej pracy turbiny zawór K jest zamk-



Rys. 22.

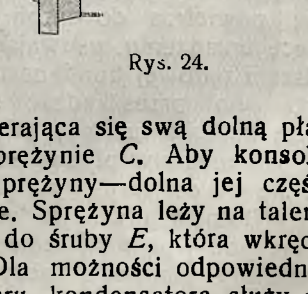
nięty, a zasuwa D—otwarta. Rys. 21-y przedstawia połączenie kondensatora z turbiną, stosowane przy większych jednostkach przez firmę A.E.G. Rura wylotowa turbiny A wchodzi swobodnie do króćca kondensatora B. Pomiędzy kołnierz C a rurę A wchodzi gumowy pierścień uszczelniający D, wciskany pierścieniem żelaznym E. Do kołnierza C umocowana jest również miska F, w której znajduje się woda, zapobiegająca dostawaniu się powietrza do kondensatora. Aby woda nie przesączała się, znajduje się pomiędzy miską F a kołnierzem C gumowa uszczelka G.

Zbliżone do ostatniego jest połączenie podane na rys. 21a. Wadą tych połączeń w porównaniu z wyżej opisanem za pośrednictwem kompensatorów jest ta, że wymagają one uwagi obsługi, by miski wodne zawierały stale dostateczną ilość wody, w przeciwnym bowiem razie powietrze mogłoby się przesączać do kondensatora; z zalet zaś należy wymienić większą swobodę ruchu turbiny względem kondensatora oraz brak wszelkich naprężeń w połączeniu.



Rys. 23.

Wyżej wspomniana możność swobodnego wydłużania się kadłuba turbiny wymaga, prócz należytego połączenia kondensatora z turbiną odpowiedniego podparcia kondensatora, aby turbina i kondensator przedstawiały pewną sprężystą całość, a kondensator nie wisiał na rurze wylotowej turbiny. Osiąga się to przez ustawienie kondensatora na szeregu specjalnych opór. Na rys. 22-im widzimy jedną z takich opór: do płaszcza kondensatora A przynitowana jest kon-

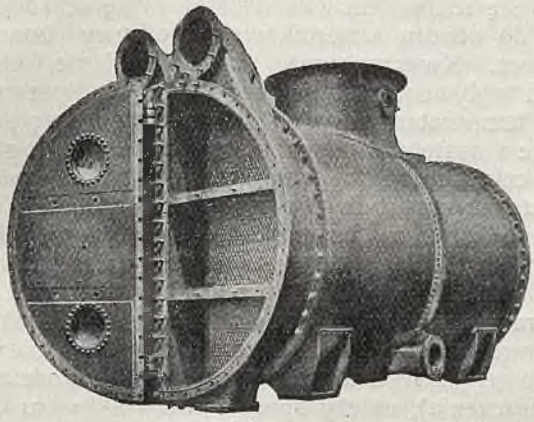


Rys. 24.

sola B, opierająca się swą dolną płaszczyzną na spiralnej sprężynie C. Aby konsola nie zeskoczyła ze sprężyny—dolna jej część ma w niej prowadzenie. Sprężyna leży na talerzu D, przynitowanym do śruby E, która wkręca się do podstawy F. Dla możności odpowiedniego wyrównania ciężaru kondensatora służy nastawna nakrętka G.

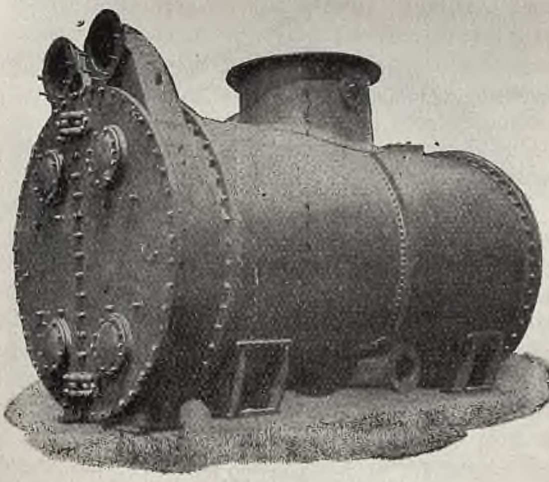
Z innych połączeń turbiny z kondensatorem wskażę jeszcze na zastosowane poraz pierwszy przez firmę Brown-Boveri w turbinie o mocy

160000 kW, dostarczonej przez nią dla siłowni Hell Gate w New-Jorku. Pewną elastyczność połączenia osiąga się tutaj (patrz rys. 23) przez zastosowanie łożysk kulkowych, które przenoszą nacisk spowodowany próżnią w kondensatorze, a szczelność — zapomocą grubościennego węża gumowego; przez ten ostatni przepływa woda



Rys. 25.

chłodząca, zabezpieczając go od przypadkowego zbyt silnego ogrzania. Nie wskazane na tym rysunku śruby, łączące kołnierze rury wylotowej turbiny i kondesatora nie są dociągane silnie, w celu umożliwienia przesuwu turbiny względem kondensatora, nie pozwalają one jednak na niebezpieczne odłączenie kołnierzy wrazie poddawania się sprężyn oporowych kondensatora. Na

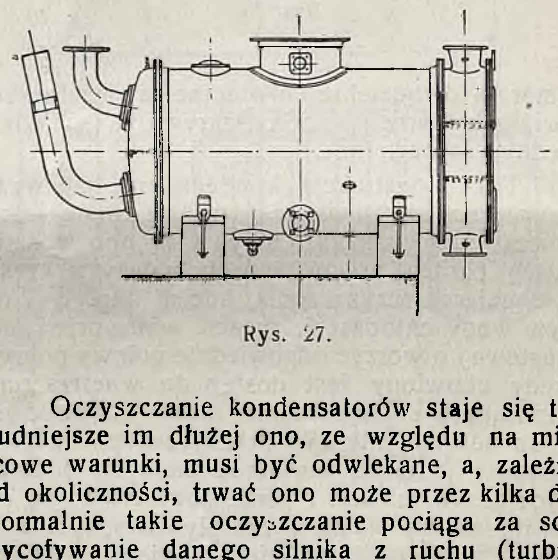


Rys. 26.

rys. 24 widoczne jest wspomniane połączenie kołnierzy zapomocą śrub oraz doprowadzenie wody chłodzącej do uszczelniającego węża gumowego.

Jako na bardzo ważną również sprawę w urządzeniach kondensacyjnych, należy zwrócić uwagę na łatwość oczyszczania kondensatorów, szczególnie w miejscowościach ze złą wodą, gdzie to czyszczenie musi odbywać się dość często. Zła woda (t. zw. twarda o dużej zawartości w stanie rozpuszczonym wapna, gipsu i t.p., dającym się strącić tylko przy stosowaniu odpowiednich aparatów i chemikalji, które, nawiasem mówiąc, często ujemnie działają na ścianki kondensatorów i kotłów) przy przejściu przez rurki chłodzące o małej średnicy osadza na ich wewnętrznych ściankach t.zw. kamień kotłowy, przez co zmniejsza się przewodnictwo rurek chłodzących. Zmniejszanie się przewodnictwa rurek chłodzących kondensatora powoduje zmniejszanie się próżni, posuwające się coraz dalej w miarę t. zw. zarastania rurek. Gdy próżnia spada do pewnej wartości, dalsze stosowanie kondensatora wpływa bardzo ujemnie na sprawność, należy go więc poddać oczyszczeniu.

W wyjątkowych wypadkach oczyszczenie kondensatorów osiąga się przez zwiększenie prędkości przepływowej wody chłodzącej: naogół jednak oczyszczanie rurek odbywać się musi przy pomocy szczotek, w wielu zaś wypadkach—przez rozwiercanie zapomocą specjalnych wiertarek, lub też przez działanie kwasów.



Rys. 27.

Oczyszczanie kondensatorów staje się tem trudniejsze im dłużej ono, ze względu na miejscowe warunki, musi być odwlekane, a, zależnie od okoliczności, trwać ono może przez kilka dni. Normalnie takie oczyszczanie pociąga za sobą wycofywanie danego silnika z ruchu (turbiny o małej mocy włącza się na wolny wydmuch) i, w razie braku rezerw, związane jest z bardzo poważnemi kosztami.

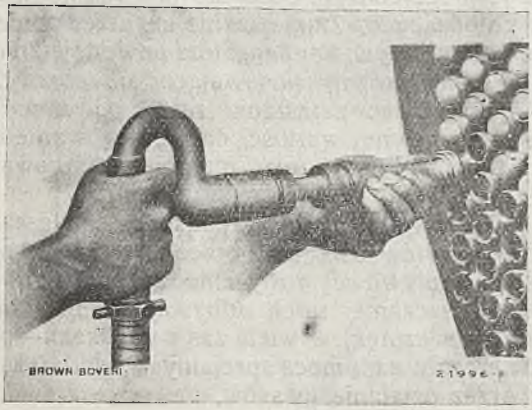
Powyższe niedomagania kondensatorów starano się usunąć w rozmaity sposób, np. przez:

1) powiększenie ich powierzchni chłodzącej,
2) ustawienie rezerwowego kondensatora i
3) wprowadzenie urządzeń do oczyszczania wody chłodzącej, zbiorników osadowych i t.p.

Wszystkie te sposoby mają jednak tę wadę, że zmuszają do zwiększenia kosztów zakładowych siłowni. Uniknięcie powyższych niedomagań, bez wydatnego zwiększenia kosztów zakładowych urządzeń kondensacyjnych, można osiągnąć przez stosowanie kondensatorów dwudzielnych o konstrukcji, umożliwiającej oczyszczenie jednej jego połowy podczas normalnego ruchu siłowni.

Na rys. 25 i 26 przedstawiony jest tego rodzaju kondensator firmy Brown-Boveri'ego,

który w swojej przestrzeni parowej niczem się nie różni od kondensatora normalnej budowy. Pewna różnica natomiast zachodzi w komorach wodnych. Są one podzielone zapomocą pionowej ścianki na dwie symetryczne uszczelnione względem siebie części. Każda część ma niezależny dopływ i odpływ wody chłodzącej; pozatem i pokrywy



Rys. 28.

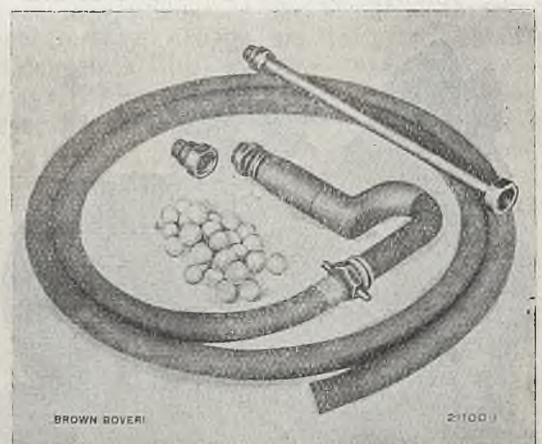
komór są dwudzielne i otwierane na niezależnych zawiasach (patrz rys. 26). Pokrywy te są odpowiednio uszczelnione.

Taka konstrukcja kondensatora, jak wyżej zaznaczono, umożliwia oczyszczanie kondensatora podczas ruchu silnika. Odbywa się ono w następujący bardzo prosty sposób: należy w części, wymagającej oczyszczenia, odciąć dopływ i odpływ wody chłodzącej, spuścić wodę przez kurki spustowe i otworzyć odpowiednie połowy pokryw; wtedy ułatwiony jest dostęp do wnętrza rurek chłodzących i oczyszczanie może odbywać się w sposób zwykły. W przestrzeni parowej nie zachodzi potrzeba stawiania żadnych dodatkowych zasuw lub t.p. i parze pozostawia się całkowity wolny przekrój przepływowy, przez co unika się szkodliwego jej dławienia. Na powierzchni zewnętrznej otwartych rurek chłodzących kondensacja nie następuje, para płynie więc ku rurkom z przepływającą wodą chłodzącą i tam się skrapla.

Według doświadczeń, przeprowadzonych przez firmę Brown Boveri'ego przy różnych urządzeniach, spadek próżni przy ruchu z jedną połową kondensatora w stosunku do całego nie jest tak wielki, jakby należało oczekiwać. Waha się on przy pełnem obciążeniu i przy innych jednakowych warunkach, w granicach od 1% — 3%, przy połowie natomiast obciążenia próżnia nawet podnosi się nieco. Co się tyczy obaw szkodliwego działania temperatury, panującej w części przestrzeni parowej z otwartemi rurkami, na rurki, względnie uszczelnienia, to są one płonne, gdyż np. jeżeli przy pracy całego kondensatora w normalnych warunkach próżnia stanowi 95%, a podczas oczyszczenia spada do 93%, to odpowiednia temperatura wynosi zaledwie 42° C.

Sposób oczyszczania takiego kondensatora kwasem (bardzo dobry jest 3-procentowy roztwór kwasu solnego), który staje się nieodzownym przy zarastaniu rurek chłodzących kamieniem kotłowym, podany jest na rys. 27. Wyłączona z ruchu część kondensatora dwudzielnego napełnia się roztworem kwasu przez rurkę *a*, załączoną do otworu wziernikowego pokrywy kondensatora. Kwas zaczyna swoje działanie, które, pod wpływem następującego tutaj podgrzewania do temperatury pary wylotowej, jeszcze się potęguje i następuje ożywione wydzielanie się gazu. W celu odprowowadzenia tego gazu należy pozostawić otwartym otwór rury, załączonej do drugiego otworu wziernikowego pokrywy kondensatora. Jeszcze skuteczniejsze działanie kwasu można wywołać przez wprowadzanie go w ruch. Osiąga to przez przesuwanie tłoka *b* w rurce *a*. Gdy przy przesuwaniu tłoka nie następuje już wydzielanie gazu (po 3—4 godzinach czyszczenia), należy spuścić roztwór kwasu i, po otwarciu czyszczonej części kondensatora, usunąć strącony kamień kotłowy w sposób normalny przez szczotkowanie i płukanie.

Dla oczyszczenia kondensatorów od szlamu stosuje się również przyrząd, uwidoczniony na rys. 28 i 29 (budowy Brown-Boveri'ego), który przy pomocy wody pod ciśnieniem przepycha przez rurki chłodzące kondensatora kulki gumowe; średnica tych kulek jest nieco większa od we-



Rys. 29.

wnętrznej średnicy rur, tak że, po przejściu przez te ostatnie, kulki całkowicie zabierają lepki szlam, osiadły na ściankach rur.

Mając na względzie, iż konstrukcja dwudzielnych kondensatorów umożliwia ich czyszczenie podczas normalnego ruchu i biorąc pod uwagę, że pogorszenie się próżni jest w czasie tego czyszczenia nieznaczne, należy oczekiwać coraz szerszego stosowania tych kondensatorów.

KRONIKA TECHNICZNA.

AUTOMATYCZNE REGULOWANIE PRACY KOTŁÓW (SYSTEM HAGAN).

Kwestja automatycznego regulowania ilości wytwarzanej w każdej chwili pary w kotle nabiera coraz większego znaczenia w wielkich kotłowniach, szczególnie zaś o ile te kotłownie obsługują instalacje, w których obciążenie znacznie i często się waha, jak to ma miejsce we wszystkich fabrykach, w których para używana jest poza uruchomieniem centrali ruchu (obecnie przeważnie turboagregatu elektrycznego) i do celów produkcji jak w większości fabryk włókienniczych i chemicznych, czy do poruszania młotów parowych i maszyn pomocniczych, jak to ma miejsce w wielkich zakładach mechanicznych i metalurgicznych.

Jedną z prób rozwiązania automatycznego regulowania pracy kotłowni jest system Hagan'a, zastosowany w „British Xylonite Company" w Anglji. System ten oparty jest na automatycznem regulowaniu szybkości ruchu mechanicznych rusztów, ilości obrotów wentylatora oraz na odpowiedniej zmianie przekroju kanałów kominowych poszczególnych kotłów. Zmiany te są wykonane przez przyrząd, działający w zależności od zmiany szybkości pary przepływającej przez główny przewód parowy, szybkość zaś zmienia się zależnie od wahania obciążenia. Przyrząd ten reguluje przeto spalauie daleko bardziej bezpośrednio aniżeli aparaty, oparte na zasadzie zmiany ciśnienia pary w głównym przewodzie, gdyż zmiana ciśnienia następuje po stosunkowo długotrwałych wahaniach, a więc aparat oparty na tej zasadzie zaczyna działać dopiero po pewnym, i nieraz dość znacznym, czasie.

W systemie Hagan'a t. z. główny regulator, kierujący ruchem wszystkich wyszczególnionych wyżej przyrządów, zaczyna działać przy zmianie ciśnienia w specjalnej rurce, stanowiącej składową część tego regulatora, która to rurka wbudowuje się w główny przewód parowy. W zależności od zmiany szybkości przepływającej w nim pary, zmienia się ciśnienie w tej rurce. Różnica ciśnienia 0,01 *atn* już uruchamia główny regulator.

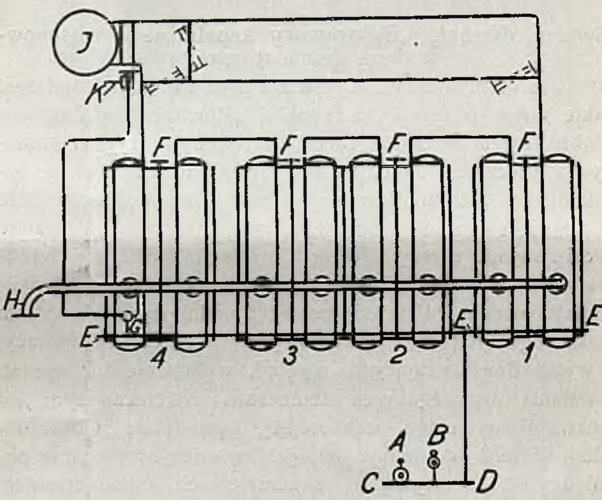
Na rysunku 1 przedstawiony jest schemat kotłowni, która dostarcza pary do turbiny, odchodową zaś parę zużywa się w papierni. Dokładna regulacja ciśnienia jest wwbec tego podwójnie ważna, ponieważ spadek początkowego ciśnienia nietylko wpływa na zmniejszenie mocy ale jednocześnie narusza równowagę pomiędzy wytwarzaniem energji a procesami papierni. Kotłownia posiada cztery kotły Babcocka o wydajności 6.000 kg pary na godzinę w każdym. Kotły mają ruszta mechaniczne i niezależną regulację zasuw kominowych. Poszczególne kanały kominowe prowadzą do ogólnego kanału, który komunikuje się z kominem bezpośrednio lub przez ekonomizer.

Posuwisto-zwrotny ruch drążka głównego regulatora *A* przekazuje się zapomocą przegubowych połączeń dwóm równoległym wałkom, z których pierwszy *CD* reguluje suwaki, kontrolujące dopływ pary do maszyny parowej napędzającej ruszty ruchome, a drugi *EE*, przechodzący nad kotłami, reguluje wentyl *C* maszyny parowej regulatora *K* i jednocześnie zmienia przekrój kanałów kominowych poszczególnych kotłów, przesuwając znajdujące się w nich zasuwy *F*.

Rysunek 1 przedstawia schemat całego urządzenia. Poza systemem automatycznego regulowania, kotłownia zaopatrzona jest w przyrządy wykazujące ilość zużytej wody, węgla, CO_2 i t. d. System automatycznej kontroli został ustawiony w kotłowni w ciągu zaledwie kilku dni.

Przy zmianie kolejności pracujących kotłów koniecznem jest dostosowanie przekrojów poszczególnych kanałów kominowych, w zależności od odległości każdego kotła od komina, z powodu różnicy ciągu powietrza. Np. jeżeli drugi, trzeci i czwarty kocioł pracuje, to kominowy otwór ostatniego musi być o mniejszym przekroju niż przy pracy kotłów poprzednio wymienionych. Podobnie jeżeli pracują kotły 1, 2 i 3, to kominowy otwór 3-go kotła musi być mniejszy aniżeli kotłów 1 i 2. Dostosowanie zasuw wymaga około 5-minut czasu, reszta zaś aparatów żadnych zmian nie wymaga.

Pożądane ciśnienie pary otrzymuje się dzięki odpowiedniemu obciążeniu głównego regulatora specjalnemi



Rys. 1.

ciężarkami i pozostaje niezmienne o ile nie zechcemy zmienić ogólnego ciśnienia w kotłowni. Różnica w zużyciu węgla po zastosowaniu systemu automatycznego regulowania Hagan'a a jest dość znaczna, jak to widać z poniższej tabeli, w której cyfry pierwszych trzech miesięcy dają wielkości odpowiednich rubryk przed wbudowaniem systemu Hagan'a, cyfry zaś ostatnich dziewięciu miesięcypodają wielkości tych samych rubryk po wbudowaniu tego systemu.

Należy zwrócić uwagę na to, że temperatura zasilającej wody po wyjściu z ekonomizera wzrosła w drugim wypadku, nie zważając na zniżkę temperatury odchodzących gazów, a co najważniejsze spółczynnik sprawności kotłowni podniósł się o 2,8%, Pozatem zastosowanie tego systemu dało oszczędność w obsłudze 5 robotniko-godzin dziennie bez zmniejszenia sprawności i pewności ruchu.

Oszczędność w zużyciu węgla i zaoszczędzeniu obsługi wynosi w ciągu roku około 291 funtów angielskich. Przy konsumcji 6.000 tn węgla jest to w przybliżeniu wartość całej automatycznej instalacji, wobec tego można powiedzieć, że amortyzuje się ona całkiem dobrze.

Rok 1928	Ilość *tn* spalonego węgla	Ciśnienie pary w *atn*	Ilość wyparowanej wody na 1 kg węgla	Spółczynnik sprawności kotła	Temperatura wody przy wyjściu z ekonomizera	Temperatura gazów przy wejściu do komina	Oszczędność węgla dzięki lepszemu spółcz. sprawności kotła
Styczeń	670	11,4	7,2	77,6	97	121	—
Luty	605	10,8	7,3	77,7	95	121	—
Marzec	658	10,7	7,4	78,2	94	119	—
Przeciętna ..	**644,3**	**11,0**	**7,3**	**77,8**	**95**	**120**	—
Kwiecień	461	11,1	7,4	79,7	93	103	9 tonn
Maj	473	11,3	7,4	80,5	91	100	13 „
Czerwiec	398	11,1	7,5	80,2	99	100	10 „
Lipiec	358	11,5	7,5	80,7	106	101	11,4
Sierpień	351	11,4	7,5	80,2	101	103	8,6
Wrzesień	352	11,5	7,5	80,8	100	100	10,9
Październik	491	11,5	7,5	81,3	99	107	17,5
Listopad	538	11,5	7,4	81,1	94	100	17,75
Grudzień	630	11,6	7,2	80,7	99	111	18,25
Przeciętna ..	**450**	**11,4**	**7,4**	**80,6**	**98**	**103**	—

A. G.

PRZEGLĄD KSIĄŻEK.

Bohdan Gimbut. „Elektrowozy kopalniane z edisonowskiemi akumulatorami."

Broszura napisana jest na podstawie doświadczeń, jakie autor poczynił na kopalni „Mortimer" w Zagłębiu Dąbrowskiem w czasie 4-letniego używania tych lokomotyw. Rzecz jest choćby z tego względu ciekawa, że lokomotywy akumulatorowe do trakcji są u nas wogóle rzadko używane, a o akumulatorze edisonowskim prawie wcale się nie słyszy. Autor opisuje lokomotywy budowane przez firmę Jeffrey z wymienionemi baterjami akumulatorowemi. W broszurze tej znajdujemy poza opisem poszczególnych części składowych także wiele illustracyj i wykresów ilustrujących wygląd, wykonanie lub sposób działania poszczególnych elementów. Najciekawszym jest bezwątpienia ustęp, zawierający opis działania oraz obsługi baterji akumulatorów, jak również porównanie pomiędzy lokomotywą o aknmulatorach edisonowskich, a lokomotywami innych typów, zwłaszcza benzolową, lokomotywą elektryczną z drutem ślizgowym oraz z akumulatorami ołowianemi.

Przytoczymy tu za autorem główne wady i zalety lokomotywy omawianego typu. A więc zaletami jej jest łatwa i bez szkodliwych następstw pozostająca przeciążalność elektrowozu, jednostajność biegu silnika elektrycznego, bezwonność i nieszkodliwość dla zdrowia gazów, wydobywających się z ogniw, prostota konstrukcji, możliwość dojazdu nawet do niskich i nieurządzonych specjalnie chodników oraz mniejsza wrażliwość na wstrząśnienia w porównaniu z akumulatorami ołowianemi.

Jako wady przytoczymy: z powodu dwukrotnego przetwarzania energji ogólna mniejsza sprawność urządzenia, konieczność stacyj pomocniczych, ograniczony rozporządzalny zapas energji, pewne trudności ruchowe oraz niemożność dokładnej kontroli stopnia wyładowania baterji.

Ostatecznie, jak konkluduje autor: elektrowozy te przedstawiają środek przewozowy tani w eksploatacji i nieskomplikowany w obsłudze, nie ulegają często uszkodzeniom i nie powodują niepożądanych przerw w ruchu.

Z. R.

PRZEGLĄD WYTWÓRCZOŚCI

OPORY PRZEPŁYWU GAZÓW SPALINOWYCH, ORAZ WPŁYW TEMPERATURY GAZÓW NA PRZEWODNICTWO CIEPLNE W EKONOMIZERACH.

(*Zależność przewodnictwa cieplnego od strat ciągu*).

Przejście ciepła z gorących gazów na ścianki ekonomizera pociąga za sobą spadek ciśnienia gazów, a więc straty ciągu. Przy danym układzie istnieje nawet ścisła zależność pomiędzy temi czynnikami. Do niedawna jeszcze starano się w konstrukcji ekonomizera utrzymać możliwie niską szybkość w przeświadczeniu, że obniży się w ten sposób nietylko straty ciągu, ale że przez powiększenie czasu zetknięcia się gazów ze ściankami uzyska się zwiększony odbiór ciepła. Badania jednak wykazały, że w miarę powiększenia szybkości przepływu gazów, a więc i powiększenia straty ciągu, uzyskać można coraz to większe wartości dla przewodnictwa cieplnego *K*[1]). Wywody te potwierdzają najzupełniej wyniki pomiarów dokonanych nad wpływem szybkości gazów na wielkość przewodnictwa cieplnego przy średniej różnicy temperatur 150° C w ekonomizerach żebrowych o żebrach kwadratowych pat. „Stierle"[2]). (Tab. I).

Tab. I. Zależność między szybkością gazów a przewodnictwem cieplnem.

Szybkość gazów w *m/s*	1	2	3	4	5	6	7
Przewodnictwo cieplne *K cal/m² h° C*	4,5	6,4	8,3	9,6	10,8	11,8	12,7

[1]) Stahl und Eisen 43 (1923) str. 456 i 635.

[2]) Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen Febr. 1929.

O ile jednak względy gospodarcze i ekonomiczne ograniczyły dowolne powiększenie szybkości przepływu gazów w ekonomizerach o rurach gładkich lub też żebrowych o żebrach kołowych to jednak przy ekonomizerach o żebrach kwadratowych pat. „Stierle", ograniczenie to okazało się mniej celowe ponieważ w tym ostatnim wypadku zwiększenie szybkości przepływu gazów nie wywołuje wzrostu oporów w kanałach przelotowych, ani też dodatkowych strat ciągu, ponieważ w konstrukcji tej mamy przeważnie do czynienia z mniejszą ilością rur, pozatem prąd gazu biegnący równolegle do płaszczyzn żeber nie ujawnia znacznych oporów jak to się napozór wydaje.

Z powyższego wynika, że poza uwzględnieniem kształtu i układu ekonomizera, należałoby jeszcze wziąć w rachubę wpływy strat ciągu i określić jaki układ i kształt ekonomizerów daje największe przewodnictwo przy tej samej stracie ciągu, lub też, jaki układ i kształt w odniesieniu do 1 zł. kosztów inwestycyjnych przy określonej stracie ciągu i temperaturze ujawni największe przejście ciepła przez ścianki ekonomizera. W konsekwencji, twierdzenie, że przy ekonomizerach żebrowych o żebrach kwadratowych[3]) otrzymamy zawsze większe przewodnictwo cieplne aniżeli przy żebrach kołowych niezależnie od wymiarów żeber, uzupełnić wtedy można wynikiem pomiarów wg. których zwiększenie szybkości przepływu gazów w tych ekonomizerach nie wywołuje wzrostu oporów w kanałach przelotowych, ani też dodatkowych strat ciągu.

Sprawę tą poruszyliśmy już częściowo na wstępie niniejszego artykułu. Dodać jedynie należy, że dzięki specjalnej konstrukcji ekonomizera o żebrach kwadratowych „Stierle" elementy jego po zestawieniu tworzą zwarte przegrody, dzięki czemu powstaje cały szereg oddzielonych od siebie dróg dla spalin, z których gazy nie są w stanie zbaczać, a więc zmuszone zostają do dokładnego styku z powierzchnią ogrzewalną ekonomizera. W ten sposób osiąga się prawie całkowite wyzyskanie ciepła gazów odlotowych i to prawie do granic dopuszczalnych przez konieczność utrzymania odpowiedniego ciągu, który w pierwszym rzędzie zależy od temperatury uchodzących gazów.

Pomiary dokonane w ekonomizerach żebrowych o żebrach kwadratowych nad wpływem temperatury na przewodnictwo cieplne najzupełniej potwierdzają fakt, że wpływ ten jest znikomy. Poniżej podana tabelka przy średniej szybkości gazów 4 *m/sek* potwierdza powyższy wywody.

Tab. II. Zależność między $\triangle t$ i K.

Średnia różnica temperatur t^0	100	120	140	160	180	200
Przewodnictwo cieplne K K *cal/m² h° C*	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3

gdzie oznaczono:

$\triangle t$ = średnia różnica temperatur

$\triangle t = tg_m - tw_m$

tg_m — średnia temperatura gazów

tw_m — „ „ wody.

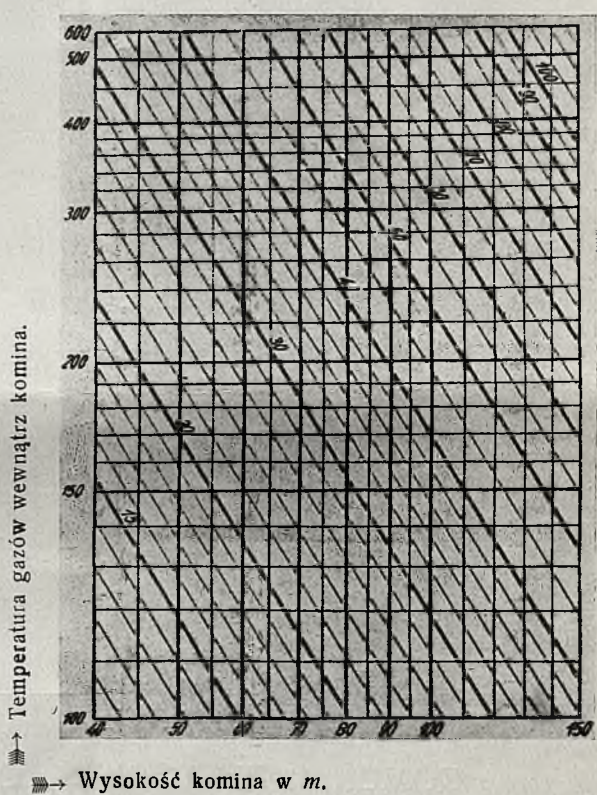
Stąd też obniżenie temperatury gazów odlotowych w ekonomizerach „Stierle" może być w myśl powyższych zastrzeżeń dość daleko posunięte bez znaczniejszego wpływu na przewodnictwo cieplne *K*.

Pomiary nad możliwością obniżenia temperatury gazów odlotowych przy danym kominie, lub też nad ustaleniem wysokości komina dla danej temperatury gazów dały w rezultacie wykres ujęty na rys. 1.

Z wykresu tego wynika, że dla określenia wysokości komina przy danej średniej temperaturze gazów wewnątrz komina, potrzeba jeszcze uprzednio ustalić wielkość niezbędnej siły ciągu. Tutaj jednak wspomnieć należy, że sprawę strat ciągu trzeba zasadniczo odróżnić od wielkości potrzebnego ciągu. Utożsamianie tych czynników byłoby błędnem, ponieważ twierdzenie, że przejście ciepła pociąga za sobą straty ciągu, niekoniecznie pociąga za sobą zapotrzebowanie dodatkowego ciągu dla jego kompensacji. Najlepszym tego dowodem, że istnieją instalacje kotłowe, w których przy sile ciągu u szczytu komina równej zeru, stwierdzono odparowanie ok. 20 *kg/m²/godz.* i więcej, bez stosowania poddmuchu[4]).

W myśl tych rozważań wielkość zapotrzebowanego ciągu ma swoje źródło w innem zjawisku i zależy w pierwszym rzędzie od sposobu poruszania się gazów w kanałach dymowych, szczególniej od ich siły unoszenia.

We wszystkich kanałach, w których gazy posiadają kierunek pionowy do góry, ta siła unoszenia działa wspierająco, podczas, gdy przy przeciwnym kierunku — hamująco. Suma tych sił unoszenia jest prawie zawsze dodatnia i podtrzymuje przepływ gazów przez kanały dymowe. Ażeby uzyskać wielkość potrzebnej siły ciągu, należy od sumy ogólnych strat ciągu, powstałych przy oporach przepływu odjąć sumę sił unoszenia. Wynika z tego, że najkorzystniejszy będzie układ w postaci wieży, w której gazy unosiły by się stale do góry, począwszy od paleniska po przez przestrzeń ogniową, kocioł, przegrzewacz, ekonomizer i podgrzewacz powietrza. Ze względu na znaczne siły unoszenia, zapotrzebowanie ciągu byłoby prawie zerowe.



Rys. 1. Statyczny wykres siły ciągu w *mm* sł. wody.

Z powyższego wynika jak znaczny wpływ wywiera wielkość wypadkowej siły unoszenia na określenie potrzebnej siły ciągu.

O ile unoszenie się gazów w kierunku pionowym ma swoje usprawiedliwienie w przestrzeni ogniowej ze względu na wysoką temperaturę ponad paleniskiem, o tyle podobny „nienaturalny" ruch gazów jest mniej korzystny przy niskich temperaturach. Doświadczalnie stwierdzono, że siła unoszenia 1 *m* słupa gazów spalinowych wynosi przy temp. 1400° C około 1 *mm* słupa wody (temp. zewn. = 20° C, ciężar właściwy gazów = 1,35 *kg/m³*), podczas, gdy przy temperaturach panujących w ekomizerze średnio wynoszących 200° — 250° wielkość ta wynosi około 0,4 *mm*. Z drugiej strony w nowoczesnych kotłach przewidziano znaczne wysokości przestrzeni ogniowych

---

[3]) Technika Cieplna Nr. 4 str. 87.

[4]) Arch. für Wärmewirtschaft Nr. 2/1924 str. 62.

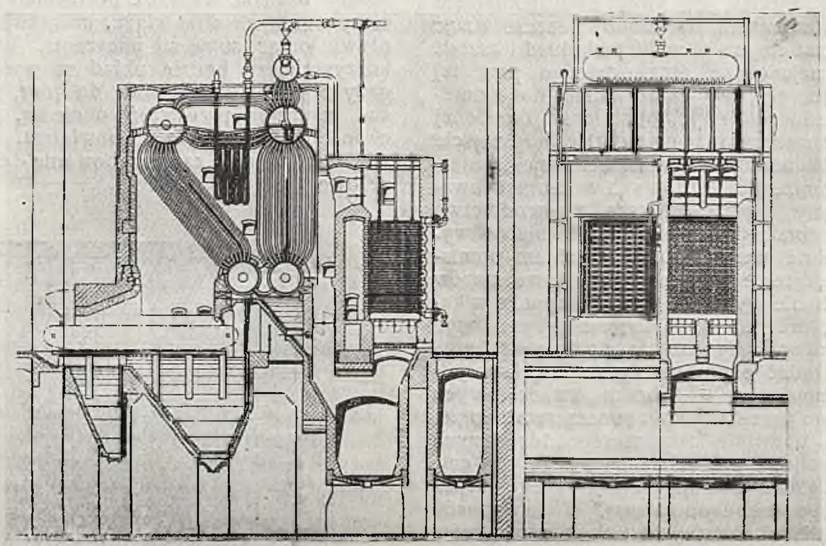
nad paleniskiem[5]) tak, że już w tem miejscu tworzy się wystarczająca siła unoszenia dla gazów.

Dlatego też wbudowanie ekonomizera w taki sposób, że gazy posiadają kierunek z góry do dołu (rys. 2) nie pociągnie za sobą ujemnego wpływu na wielkość siły unoszenia, tembardziej, że ze względu na pionowe kanały gazowe, gazy stygnąc opadać będą na dół wg. dynamicznej teorji ruchu, a więc równomiernie ogrzewać będą napotykane powierzchnie żeber i rur. Ruch ten jako zgodny z prawem ciężkości czyli t. zw. ruch „naturalny" pociągnie za sobą równomierne rozchodzenie się gazów we wszystkich kanałach z jednakową szybkością, przyczem względne opory ruchu, będą w tym wypadku mniejsze, aniżeli przy biegu nienaturalnym w kierunku przeciwnym do góry.

Poza wyzyskaniem zjawiska opartego na prawie, że prądy gazów w kierunku naturalnym ogrzeją zawartość elementów równomiernie, układ ten umożliwia jeszcze usunięcie szkodliwego wpływu sadzy i pyłu lotnego na powierzchni ogrzewalnej i obmurza, ponieważ usunięcie zanieczyszczeń uskutecznia się tutaj przez zwykłe zwiększenie szybkości gazów w kanałach.

Reasumując dochodzimy do wniosku, że wprawdzie przejście ciepła przez ścianki ekonomizera pociąga za sobą straty ciągu, jednakowoż w odniesieniu do ekonomizera żebrowego kwadratowego wielkość tych strat przy danych szybkościach przepływu gazów jest nieznaczna, tembardziej jeżeli uwzględnić wpływ siły unoszenia gazów. Z tego też względu porównanie konstrukcyjne ekonomizerów należy uzupełnić porównaniem eksploatacyjnem, przyczem przy badaniach należy przyjmować jednakowe straty ciągu i takie same średnie różnice temperatur.

Osiągnięte w ten sposób wyniki dadzą niezawodnie najlepszy obraz rzeczywistego przebiegu przeniesienia ciepła w ekonomizerach.



Rys. 2. Ekonomizer „Stierle" wbudowany w instalacji wysokoprężnej z ciągiem z góry na dół.

[5]) Kesselanlagen für Grosskraftwerke, S. 171, Berlin 1928.

KOMUNIKATY STOW. DOZORU KOTŁÓW W WARSZAWIE.

Streszczenie protokółu XVI Zwyczajnego Walnego Zgromadzenia Delegatów Członków Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie w dniu 10 czerwca 1929 roku.

Prezes Rady Nadzorczej Stowarzyszenia, pan Oskar Saenger zagaił posiedzenie i podziękował panom delegatom za liczne przybycie na posiedzenie.

Zebraniu przewodniczył pan rektor profesor Edmund Chromiński, a sekretarzował pan inżynier Wacław Schramme. Po stwierdzeniu, że Walne Zgromadzenie stosownie do § 30 statutu jest prawomocne--przyjęto porządek dzienny Walnego Zgromadzenia i odczytano protokół poprzedniego Walnego Zgromadzenia.

Następnie rozpatrzono i zatwierdzono wydrukowane Sprawozdanie Stow. za 1928 rok i pokwitowano Zarząd Stowarzyszenia z powierzonych mu czynności.

Po uchwaleniu wynagrodzenia członków Komisji Rewizyjnej za prace, wykonane w roku budżetowym 1928 — przystąpiono do wyborów członków Rady Nadzorczej na miejsce ustępujących oraz członków Komisji Rewizyjnej.

Z uzupełniających wyborów do Rady Nadzorczej weszli pp: Ignacy Dąbrowski, Paweł Jaguczański, Bronisław Michelis, Kazimierz Papara, Witold hr. Plater, Leon-Edward Podleski, Edward Wagner.

Członkowie Rady Nadzorczej pp.: Tomasz Kociatkiewicz i Edmund Znatowicz złożyli piśmienne zrzeczenie się mandatu członków Rady Nadzorczej: pan Kociatkiewicz wskutek nadwątlonego zdrowia, zaś pan Znatowicz—wskutek ustąpienia ze stanowiska dyrektora cukrowni „Milejów".

Do Komisji Rewizyjnej wybrano pp.: Maksymiljana Lisowskiego, Henryka Martensa i Lucjana Orłowskiego, wszystkich ponownie.

Walne Zgromadzenie uchwaliło jednomyślnie wniosek upoważniający Zarząd Stowarzyszenia do zawierania aktów kupna i sprzedaży jakichkolwiekbądź nieruchomości. Upoważnienie powyższe jest ważne do 1 lipca 1930 roku.

Walne Zgromadzenie wyraziło jednomyślnie podziękowanie panu rektorowi profesorowi Chromińskiemu za sprężyste prowadzenie obrad.

Na tem posiedzenie zakończono.

Rok założenia 1875.

Towarzystwo Akcyjne Zakładów Mechanicznych

BORMANN SZWEDE i S-KA

WARSZAWA, ul. Srebrna 16.

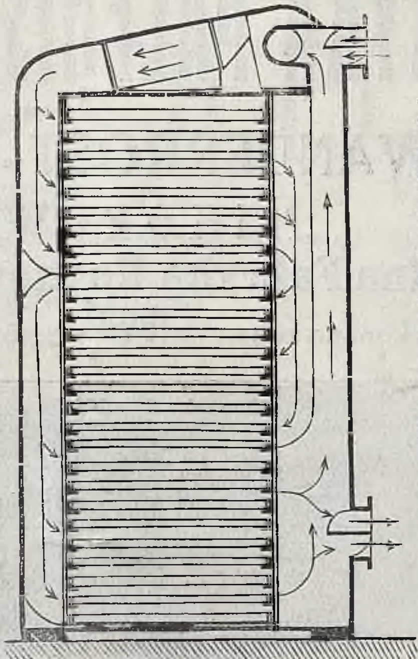
adres telegraficzny: „BORMANSZWEDE Warszawa"
Telefony: 404, 722, 20-63, 2086, 278-28.

Biura własne: Poznań, Lwów.

KOMPLETNE URZĄDZENIA: cukrowni, rafinerji, gorzelni, oraz wszelkich aparatów gorzelniczych, rektyfikacji, syropiarni i krochmalni, drożdżowni, browarów suszarni przemysłowych, fabryk chemicznych, suchej destylacji, rozlewni mleka, rzeźni, fabryk sztucznego lodu. Rozlewaczki do butelek, Pompy. Maszyny parowe. Beczki żelazne. Miary do płynów. Regulatory pary gorzelniczej. CHŁODNIE dla: mleczarni, serowarni, chłodnych składów, rzeźni, jatek i t. p. Kotły parowe. Paleniska oszczędnościowe. Przewody rurowe. Armatura. Konstrukcje żelazne. Wszelkie aparaty dla przemysłu naftowego. Aparaty: dezynfekcyjne, destylacyjne i do zmiękczania i oczyszczania wody. Sterylizatory. Autoklawy. Filtry. Wulkanizatory. Kuchnie polowe i kotły do gotowania strawy. Wszelkie roboty w zakres Kotlarstwa Żelaznego i Miedzianego wchodzące.

297—4

WENTYLATORY, NAGRZEWNICE, FILTRY POWIETRZNE



Suszarnia szafkowa dla przetworów chemicznych.

Kompletne urządzenia:
dla wentylacji ogrzewania fabryk suszarni nawilżań odemglań odkurzań transportu sztucznego ciągu

Reprezentacje:
w ŁODZI: Łódzkie T-wo Techn.-Handlowe, Piotrkowska 119. Tel. 14-94.
Skład kół transmisyjn. „Vindobona" Adolf Richter, Przejazd 20, Tel. 380.
w KRAKOWIE: Inż. Emil Flach, Bracka 6, Tel. 24-36.
w KATOWICACH: Grygier i S-ka, Piłsudskiego 44.
w SOSNOWCU: Inżynierowie L. i M. Rudowscy.

Fabryka Maszyn S. WABERSKI i S-ka, Sp. Akc.
Warszawa, Markowska 8, Telef. 21-81 i 21-86.

RURY FALISTE

Stanowią nieodzowny element przy budowie przewodów parowych na wysokie ciśnienie przy przegrzanej parze.
Wszelkiego rodzaju wyroby (zbiorniki rury fasonowe, kominy i t. p.) z blachy żelaznej, spawane acetylenem.
Projekty przewodów wszelkiego rodzaju sporządza
Fabryka Przewodów Rurowych Maciejewski i S-ka „COMPENSATOR".
Warszawa, ul. św. Stanisława, № 1/3 (Wola róg Obozowej)
Tel. 18-72. Telegr.: Compensator, Warszawa.
Wystawiamy na Powszechnej Wystawie Krajowej 1929 r. w Poznaniu. 303—6

!

Zwiedzić Wystawę w Poznaniu -- to poznać całą Polskę Współczesną